Beitrag zur Biologie und Ökologie von *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei* Bethune-Baker, 1921 (Lepidoptera: Lycaenidae)

Klaus G. Schurian, Wolfgang ten Hagen und Wolfgang Eckweiler

Dr. Klaus G. Schurian, Am Mannstein 13, D-65779 Kelkheim/Taunus, Deutschland; E-mail: k.schurian@apollo-frankfurt.de
Dr. Wolfgang ten Hagen, Frühlingstraße 1, D-63853 Mömlingen, Deutschland; E-mail: w.tenhagen@apollo-frankfurt.de
Dr. Wolfgang Eckweiler, Gronauer Straße 40, D-60385 Frankfurt am Main, Deutschland; E-Mail: eckweiler@apollo-frankfurt.de

Zusammenfassung: Es wird der vollständige Entwicklungszyklus von *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei* Bethune-Baker, 1921 beschrieben. Drei Weibchen wurden im Westen Irans (vic. Baneh, Provinz Kordestan) eingetragen, von denen wir 42 Eier erhielten. Die Larven schlüpften im gleichen Jahr und wurden in Deutschland mit dem Ersatzfutter Esparsette (*Onobrychis viciifolia* Scop., Fabaceae) aufgezogen. Die Eier zeigen charakteristische Strukturen, wie sie ebenfalls bei anderen Vertretern des Subgenus nachgewiesen werden können. Die Larven sind einheitlich grün mit lateral weißlichen Streifen und schwarzem Kopf. Die Verwandlung zur Puppe erfolgte in der Erde, wobei eine ungewöhnlich lange präpupale Phase festgestellt wurde. Die Puppen unterscheiden sich nicht von anderen Vertretern der Gruppe. Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago betrug bei Zimmertemperatur etwa 7 Wochen. Sowohl die Larven als auch die Puppen geben bei Störung Substratschall ab. Versuche mit Ameisen ergaben, daß die Rasenameise (*Lasius niger* L., Formicidae) über einen Zeitraum von 7 Tagen eine stabile Assoziation mit Larven von *P. (A.) peilei* eingehen kann und sich ein Individuum in dieser Zeit ausschließlich vom Sekret von 3 Raupen ernährte. Die Falter aus der Zucht sind deutlich kleiner als solche aus dem Freiland. Versuche, die geschlüpften Falter für eine Nachzucht zu verpaaren, schlugen fehl.

Contribution to the biology and ecology of *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei* Bethune-Baker, 1921 (Lepidoptera: Lycaenidae)

Abstract: The preimaginal development of *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei* Bethune-Baker, 1921 is described and illustrated. Three females were collected in West Iran (vic. Baneh, province of Kordestan) and delivered 42 eggs. The larvae hatched without hibernation in Germany and were fed with the substitute food *Onobrychis viciifolia* Scop. (Fabaceae); the natural foodplant is unknown. The eggs showed the same structures which were known from other members of the subgenus. The mature caterpillars are bright green with a whitish lateral stripe, short white hairs and a glossy black head. Pupation takes place under the ground in a self-built cavity, fixed with some silken strands. The prepupal phase is unusually long (6–8 d). Pupal morphology is basically the same as in related species. Development from egg to imago at room temperatures is about 7 weeks. Older larvae and pupae are able to produce substrate-bound sound when disturbed. Workers of the ant *Lasius niger* L. (Formicidae) built up permanent associations with older larvae; one ant was able to survive just from the secretions of 3 caterpillars over 7 days. Reared butterflies are smaller than wild-collected ones, and no subsequent copulation could be achieved.

Einleitung

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Versuche unternommen, die phänotypische Vielfalt der Arten des Subgenus *Agrodiaetus* Hübner, 1822 im Genus *Polyommatus* Latreille, 1804 im wesentlichen nach morphologischen Kriterien in Untergruppen zusammenzufassen (unter anderen: Hesselbarth et. al. 1995, Eckweiler & Häuser 1997, Balint & Johnson 1997, Koçak & Kemal 2001). In einer kürzlich abgeschlossenen Dissertation stellt Wiemers (2003) eine neue phylogenetische Einteilung der untersuchten Arten des Subgenus auf der Basis von umfangreichen Chromosomen- und DNA-Untersuchungen vor.

Biologische Fakten und die Morphologie der Präimaginalstadien sind nur von wenigen, meist europäischen Arten (Bolognesi 2000, Dantchenko 1997, Ebert & Rennwald 1991, Malicky, 1969, SBN 1987, Schurian 1976, Weidemann 1986) bekannt und publiziert. Angaben zur Biologie der Arten des Nahen und Mittleren Ostens fehlen fast völlig (Schurian & ten Hagen 2000, Meusemann 2003 [unveröff.]).

Eine der auffälligsten Arten des Subgenus ist *Polyommatus (Agrodiaetus) peile*i Bethune-Baker, 1921. Die orangerote Färbung der Flügeloberseite der ♂♂ ist einzigartig, nicht nur im Subgenus, sondern unter allen Polyommatini. In der vorliegenden Arbeit werden erstmals die Präimaginalstadien, Biotopansprüche, Ökologie und die Verbreitung dieser interessanten Art vorgestellt und diskutiert.

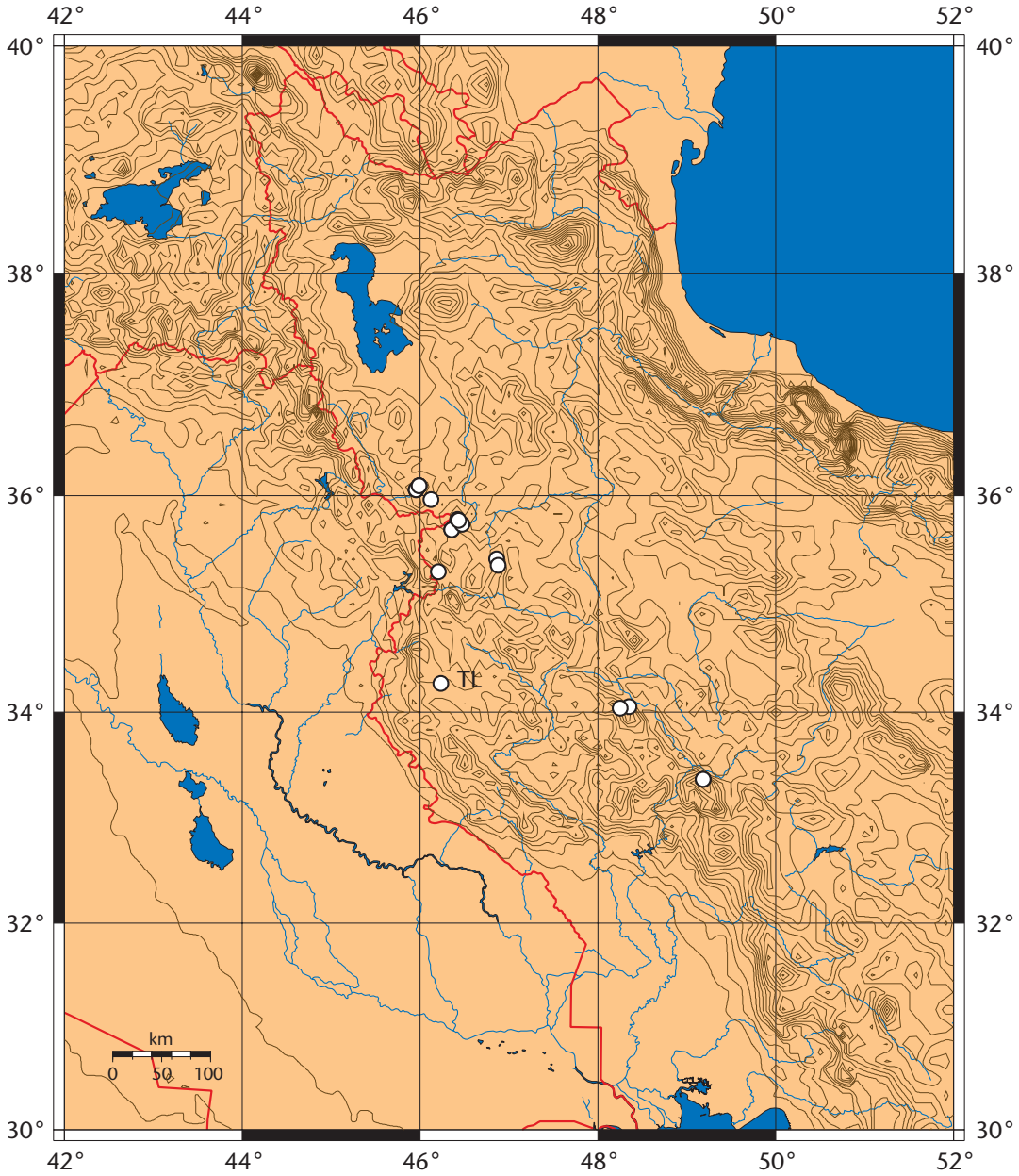
Historie

Die Art wurde von dem Briten Lt.-Col. H. D. Peile im Juli 1918 bei Karind in Westiran, zwischen Kermanshah und der Grenze zum Irak (Peile 1922), erstmals gefunden und von Bethune-Baker (1921) beschrieben (Typen im Natural History Museum [BMNH], London). Danach wurde sie erneut von G. Ebert, Karlsruhe, bei Dorud, Provinz Lorestan in Iran, festgestellt. An gleicher Stelle konnte 1979 der Drittautor eine Serie dieser Art auffinden. Danach vergingen jedoch nochmals 2 Jahrzehnte, bis neue Biotope von *peilei* entdeckt und weiteres Material eingetragen werden konnte.

Verbreitung

Das bisher bekannte Verbreitungsgebiet des Bläulings umfaßt die iranischen Provinzen Kordestan, Kermanshah und Lorestan im nordwestlichen und zentralen Bereich des Zagrosgebirges (siehe Verbreitungskarte). Wir gehen davon aus, daß die Lycaenide auch in der angrenzenden irakischen Provinz Sulaymania

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main



Verbreitungkarte: Bisher bekannte Verbreitung von *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei.* Kreise sind Fundortbelege in coll. Eckweiler, coll. ten Hagen und coll. Schurian, TL = Typenfundort. — Quellenangabe: der Kartenausschnitt wurde mit „OMC Online Map Creation" erzeugt (siehe Eckweiler 1998).

vorkommt, obwohl sie von Wiltshire (1957) nicht erwähnt wird.

Klima, Klimageschichte und Vegetation im Verbreitungsgebiet

Da Klima und Klimageschichte wesentlichen Einfluß für das Verständnis der Verbreitung und Biologie von *peilei* und anderen *Agrodiaetus*-Arten der Region haben, sollen sie hier in einem kleinen Exkurs angesprochen werden.

Das ausgeprägte Kontinentalklima dieser Landschaft zeichnet sich durch einige Besonderheiten aus und soll daher eingehender dargestellt werden (siehe auch unter www.klimadiagramme.de, www.wetter.com, www.wetteronline.de).

Der Jahresmittelwert der mittleren täglichen Minimaltemperatur liegt mit 5,2° C in Kermanshah (1320 m) genauso hoch wie in Deutschland (Frankfurt am Main, 100 m), während der Jahresmittelwert der entsprechenden mittleren täglichen Maximaltemperatur mit 22,5° C weit höher liegt als in Frankfurt (14,0° C). Die tägliche mittlere(!) Temperaturamplitude schwankt zum Beispiel im Juli in Kermanshah zwischen 16,3° C und 38,1° C, in Frankfurt nur zwischen 13,6° C und 24,2° C. Diese extreme Temperaturamplitude im nordwestlichen Zagros ist auch für Iran eine Ausnahme. In allen anderen iranischen Regionen liegen, bei oft niedrigeren Maxima, die täglichen Minimaltemperaturen deutlich höher. In den Wintermonaten ist es in Nordwestiran etwas kälter als in Deutschland und deutlich kälter als in Zentral- und Südiran.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Der Jahresniederschlag fällt mit 478 mm in Kermanshah für iranische Verhältnisse relativ reichlich aus (zum Vergleich: Esfahan 113 mm; Frankfurt 658 mm). Von Juni bis September fällt jedoch kein Niederschlag.

Im Fluggebiet von *P. peilei* in mittleren Lagen der Berge sind die klimatischen Verhältnisse bei gleicher Temperaturamplitude wohl kälter und etwas feuchter. Das bodennahe Mikroklima dürfte jedoch noch weit extremer sein.

Wagener (in Hesselbarth et al. 1995) faßt die Klimageschichte des Nahen und Mittleren Ostens seit der letzten großen Eiszeit (Würmglazial) aus lepidopterologischer Sicht ausführlich zusammen. Pollenanalysen vom Zeribar-See bei Marivan (SW Sanandaj, Provinz Kordestan) geben Aufschluß über die jüngere Klimaentwicklung der Region (van Zeist & Wright 1963, van Zeist & Bottema 1991).

Danach war zum Ende des Würmglazials vor 16 000–18 000 Jahren die gesamte Region mit Ausnahme einiger tiefer Täler nahezu waldfrei. Oberhalb 1100–1500 m war es zu kalt (subalpine und alpine Steppenvegetation mit *Acantholimon, Astragalus,* etc); unterhalb dieser Höhe war es zu trocken (Steppenvegetation mit *Artemisia*, Chenopodiaceae, Apiaceae).

Vor 12 000 Jahren war es nur noch 2–3° C kälter als heute, jedoch trockener. Es bildete sich eine lockere Waldsteppe (*Quercus*, *Pistacia*) in 1500–2200 m Höhe aus. Mit weiterer Temperaturerhöhung auf das heutige Niveau bei jedoch weiter trockenen Bedingungen verdichtete sich die Waldsteppe vor 5500 Jahren zum Eichen-Pistazien-Wald zwischen 800 und 2300 m Höhe.

Als natürliche Vegetation in heutiger Zeit wird für die mittleren Höhenlagen im äußersten Westen des Zagros bei Niederschlagsmengen über 500 mm ein eichendominierter Wald angenommen, während bei Niederschlägen zwischen 300 und 500 mm eine Bergmandel-Pistazien-Baumflur anzunehmen ist (westliche Abhänge des Zagros unterhalb der Eichenwälder, innere, ostexponierte Zagroshänge). Besonders diese *Pistacia-Amygdalus*-Steppe mit zerstreut wachsenden Bäumen ist durch menschliche Aktivität nahezu verschwunden.

Die pflanzliche und tierische Wiederbesiedlung des Zagros nach dem Würmglazial erfolgte aus Refugialräumen an der levantinischen Küste und aus vermuteten lokalen Refugien in den tiefsten Tälern Südostanatoliens und aus der Gegend um Rawanduz in Nordostirak (van Zeist & Wright 1963, van Zeist & Bottema 1991).

Freilandbeobachtungen und ökologische Ansprüche

Die bekannten Fundorte von *P. (A.) peilei* liegen in einer Höhenlage von 1700–2200 m, der natürlichen Region der Bergmandel-Pistazien-Baumflur. Die Brutbiotope fanden wir an steilen Hanglagen (zum Beispiel westlich Sanandaj und vic. Baneh, Provinz Kordestan), die rezent entwaldet wurden und zur Mahd genutzt, jedoch im Sommer nicht beweidet werden. Nur einzelne Bäume an den Hängen zeugen noch von der Bergmandel-Pistazien-Baumflur, während in talnahen Flußauen angepflanzte Pappeln und Weiden stocken. Im Frühsommer ist die Vegetation aus Poaceen (Gräsern) und Fabaceen (Schmetterlingsblütlern) sehr vielfältig und auch an den Hängen zum Teil 50–100 cm hoch. Zur Flugzeit der Falter wird die Vegetation gemäht, und die Triebe der niederen Pflanzen sind vielfach vertrocknet; die Hänge sehen fast braun aus.

Die Art scheint gegenüber Hitze weniger empfindlich zu sein als die im gleichen Biotop synchron auftretenden *Polyommatus (Agrodiaetus) morgani sanandajensis* (Carbonell, 2003), *P. (A.) sennanensis* (de Lesse, 1959), *P. (A.) hamadanensis* (de Lesse, 1959) und *P. (A.) dama karindus* (Riley, 1921). Die ♂♂, aber auch die ♀♀ dieser Arten halten sich in der heißen Tageszeit bei geringer Aktivität (zeigen kaum Flugaktivität) fast ausschließlich im Schatten von Weiden- und Pappelbäumen, in der dichten Ufervegetation kleiner Bachläufe und Bewässerungsgräben oder in Binsen an Feuchtstellen auf, während beide Geschlechter von *P. peilei* auch während des ganzen Tages im Brutbiotop angetroffen werden können. Sie ruhen hier zeitweise im Halbschatten an vertrockneten Blütenständen oder besuchen auch Blüten (die ♂♂ sind an den gelblichen Pflanzenteilen optisch so gut wie nicht zu erkennen). Insgesamt sind Falter von *P. peilei* deutlich aktiver als die der oben genannten *Agrodiaetus*-Arten. Während sich viele Lycaeniden-♂♂ in großer Zahl an feuchten Wegstellen zur Wasser- und Mineralienaufnahme sammeln („mud puddling“) (Fiedler et al. 1994, Larsen 1984: 68), wurde dieses Verhalten bei *peilei* bisher nicht beobachtet. Die Nächte verbringt *peilei* mit anderen Lycaeniden in Schlafgesellschaften in der Vegetation, wie dies beispielsweise auch im Libanon bei anderen *Polyommatus* festgestellt wurde (Larsen 1974: 185, 190).

Die Art gehört sicherlich zu den schnellsten Fliegern des gesamten Subgenus. Einmal beim Fang verfehlt, wird man des Tieres nur schwerlich wieder habhaft. Die Populationsdichte der Art ist in der Regel eher niedrig, und nur ausnahmsweise sind die Falter lokal häufiger.

Die Flugzeit der monovoltinen Art fällt je nach Beginn der Vegetationsperiode in die Zeit von Anfang Juli bis Ende August. Damit gehört *P. peilei,* wie die meisten anderen syntop im Nordwestiran verbreiteten *Agrodiaetus*-Arten, zu den, gemessen an der geringen Höhenlage, vergleichsweise spät fliegenden *Agrodiaetus*. In anderen Regionen Irans sind *Agrodiaetus*-Falter im August nur noch in größerer Höhe zu finden. Die Flugzeit von *P. peilei* scheint insgesamt etwas kürzer zu sein als die der Begleitarten. *P. (A.) sennanensis*, *hamadanensis* und *cyaneus* (Staudinger, 1892) schlüpfen bereits ab Ende Juni, sind aber auch im August noch wenig abgeflogen anzutreffen. Hingegen schlüpfen *P. (A.) morgani* und *dama karindus* zirka 1 Woche später, fliegen aber bis

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

weit in den August oder sogar Anfang September (Peile 1922).

Während einer von uns (WE) zweimal eine Kopula von *P. peilei* im Biotop beobachtet hat, konnten wir trotz intensiver Bemühungen im Freiland keine Eiablage feststellen. Somit ist die natürliche Raupenfutterpflanze bisher unbekannt.

Präimaginalstadien und Zuchtverlauf

Im Jahre 2003 (12. viii.) suchten wir (WtH und KGS) zum wiederholten Mal einen *peilei*-Biotop bei Baneh in der Provinz Kordestan auf, um ♀♀ einzutragen. Obwohl *P. peilei* nur ganz vereinzelt beobachtet werden konnte, gelang es uns, drei lebende ♀♀ zu fangen. Die Falter wurden sofort in 1-Liter-Gläser mit Saugstelle und der vermuteten Wirtspflanze überführt (zur Methode siehe Schurian 1989b).

Die Tiere legten in der Folgezeit während der Weiterreise in Iran zuerst nur zögerlich, nach einer Woche jedoch vermehrt Eier an die Glaswand des Zuchtgefäßes, das Pflanzenmaterial und die Gaze ab. Die Weibchen konnten lebend mit nach Deutschland gebracht werden, wo das letzte Tier am 27. viii. verendete. Es wurden insgesamt 42 Eier gezählt, von denen ein Drittel nicht schlüpfte (eines der ♀♀ war vielleicht nicht begattet?).

Das Ei

Kurz nach der Ablage sind die Eier grünlich, später schmutziggrauweiß. Sie haben einen Durchmesser von 0,8 mm (Abb. 3). Die Eier haben sehr viele Zapfen, wie sie bereits in sehr ähnlicher Ausprägung bei *Polyommatus (Agrodiaetus) antidolus* (Rebel, 1901) festgestellt worden waren (Schurian, eigene Beobachtung an Tieren aus der Osttürkei).

Die Raupe

Bei den ungewöhnlich hohen Temperaturen des Jahres 2003 (25–27° C im Zimmer) schlüpften bis Ende August insgesamt 27 Larven (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Schlupf der Larven, Anzahl frisch geschlüpfter L_1-Raupen pro jeweiligem Tag im Jahr 2003.

Datum	Anzahl der Larven
23. viii.	1
25. viii.	15
27. viii.	7
28. viii.	4

Die Eiraupen nagen zuerst in der Mikropylarregion ein kleines Loch, das sie im Laufe der Zeit immer mehr erweitern. Manchmal entsteht so eine kreisrunde, oft jedoch auch eine unregelmäßig geformte Öffnung, aus der die kleinen Raupen das Ei verlassen. Die Eilarve ist kurz nach der ersten Nahrungsaufnahme weißlichgrün, mit vergleichsweise langen und borstigen Haaren, der Kopf ist glänzend schwarz. Die adulte Larve ist hellgrün (siehe Abb. 5) mit einem dorsal dunkelgrün durchschimmernden Gefäß, und lateralen weißlichen Streifen. Die Haare der erwachsenen Larve sind weiß, im Vergleich zur Gesamtgröße sind sie kurz. Zu den Häutungsdaten siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Häutungsdaten.

29./30. viii.	1. Häutung
2./3. ix.	2. Häutung
6. ix.	3. Häutung
10. ix.	4. Häutung
15. ix.	5. Häutung

Um die Entwicklung der Larven zu beschleunigen, wurden sie nach dem Abklingen der hohen Temperaturen (im September 2003) tagsüber an einem SW-exponierten Fenster aufbewahrt.

Die Raupen sind kannibalisch. Besonders kleine Larven und solche während der Häutung sind gefährdet: trifft eine größere Raupe auf ein solches Tier, wird es angenagt und schließlich ausgesaugt. Auf diese Weise gingen mehrere Larven verloren.

Den Larven wurden verschiedene in Deutschland verfügbare Fabaceen als Ersatzfutter vorgelegt; dabei wurden *Onobrychis viciifolia* Scop. akzeptiert, *Coronilla varia* L. und *Medicago sativa* L. hingegen verweigert.

Die Puppe

Die Larven suchten sich zur Verpuppung einen geeigneten Platz am Boden des Zuchtgefäßes und verkrochen sich dazu etwas in der Erde. Zwei Exemplare blieben 3 Tage leicht verdeckt unter der Erde, wurden dann jedoch erneut mobil, gingen 2–3 cm tiefer in den Boden und spannen einige Fäden um Erdpartikel, um dann regungslos zu verharren. Im Verlauf von weiteren 4 Tagen verkürzten sich die Raupen zusehends, und die Verpuppung erfolgte anschließend nach insgesamt 6–8 Tagen bei Zimmertemperatur (20–22° C). Die Verpuppung und die genauen Zeiten vom Verkriechen bis zur Verwandlung konnten nur in wenigen Fällen exakt ermittelt werden, da die Larven in der Erde verborgen waren und nur solche Tiere beobachtet werden konnten, die sich am Rande des zur Verpuppung gewählten Glasgefäßes befanden.

Die präpupale Phase dauert bei diesem Bläuling somit recht lange, und auch die Beobachtungen, daß sich die Larven in die Erde begeben, um später nochmals mobil zu werden und einen neuen Ort zur Verpuppung zu wählen, sind ungewöhnlich. Allerdings konnten bei *Polyommatus (Meleageria) daphnis marcida* (Lederer, 1872) ähnlich lange Zeiträume vor der Verpuppung festgestellt werden (Schurian unveröff.).

Die Puppen besitzen eine Gestalt, wie sie für fast sämtliche Vertreter des Genus *Polyommatus* typisch ist. Kurz nach der Verwandlung haben sie eine hellgrüne Färbung, die sich im Verlauf von 2–3 Tagen in beigefarben umwandelt (siehe Abb. 5). Zunächst wird der abdomi-

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

nale Bereich gelblich, später auch der thorakale. Die Puppen waren unterschiedlich groß: Länge zirka 8–11 mm.

Beziehungen zu Ameisen

Die Raupen von *peilei* besitzen zwei Tentakelorgane (TO) und ein dorsales Nektarorgan (DNO), so daß eine Vergesellschaftung mit Ameisen im Freiland vermutet werden darf. In mehreren Experimenten wurde vom Erstautor durch Reizung mit feinen Haaren versucht, die Raupen zur Sekretabgabe zu veranlassen, doch wurde nicht unerwartet in keinem Fall Sekret erhalten. Im Gegenteil: durch die Reizung krümmten sich die Raupen im Bereich des DNO ein und verharrten eine Zeitlang bewegungslos.

Außerdem wurden die folgenden Versuche mit Ameisen durchgeführt:

Am 30. IX. 2003 wurden zu drei erwachsenen Raupen 5 Ameisen (*Myrmica* sp., Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) gegeben. Die Ameisen beachteten die Raupen jedoch fast nicht. Sie wurden nur kurzfristig betrillert, und dann entfernte sich die Ameise wieder.

Am 4. x. 2003 wurden 2 Ameisen von *Lasius niger* L. (Formicidae, Formicinae) zu 3 Raupen gesetzt. Die Larven wurden sofort intensiv betrillert und „ableckt". Kurz darauf suchte eine der Ameisen am 7. Abdominalsegment nach dem DNO und betrillerte die Larve dort besonders intensiv. Diese gab daraufhin Sekret ab (Abb. 6). Die Ameise suchte den ganzen Tag diese Larve immer wieder zur Sekretabgabe auf.

Auch eine Puppe wurde von beiden Ameisen intensiv betrillert. Besonders der Bereich um die Augen wurde lange (gemessene Zeit 30 s) abgeleckt. Eine der beiden Ameise kehrte immer wieder zur Puppe zurück und beleckte sie.

Eine der beiden Ameisen konnte sich insgesamt 8 Tage vom Sekret der Raupen ernähren, bevor sie wieder ausgesetzt wurde. Die andere Ameise starb nach zwei Tagen, was vor allem auf das unterschiedliche Verhalten den Raupen gegenüber zurückgeführt wird: die letztgenannte Ameise suchte die Raupen nur ganz sporadisch auf, während sich das andere Tier fast ausschließlich in der Nähe und auf den Raupen aufhielt.

Lautäußerungen der Larven und Puppen

Die Raupen wurden mehrfach auf Lautäußerungen hin untersucht. Dazu wurden sie auf die Membran eines Stethoskops gesetzt (zur Methode siehe SCHURIAN & FIEDLER 1991) und gleichzeitig unter einer Stereolupe beobachtet. Einige L_4-Raupen gaben bei Reizung Substratschall ab, der sich mit den bisher bekannten Lauten (DE VRIES 1990) vergleichen läßt: ein von kurzen Pausen unterbrochenes „Schnattern" und ein eher unregelmäßiges, dumpferes „Quaken" oder „Trommeln". Dabei konnte deutlich beobachtet werden, daß der gesamte Larvenkörper durch die Muskelkontraktionen vibrierte (SCHURIAN 1995). Einige Raupen konnten auch nach längerer Reizung nicht zur Schallabgabe veranlaßt werden.

Auch die Puppen gaben bei Störung (Anblasen, Berührungen mit einer Pinzette) zwei deutlich unterschiedliche Schallfrequenzen ab: kurze Klicklaute und dumpfere, länger anhaltende Schallabgabe. Ganz frisch gehäutete Puppen erzeugen fast identische Laute wie die Larven, während nach der Aushärtung die Laute eher an Stridulation erinnern.

Schlupf der Falter

Es wurden insgesamt 13 Falter erhalten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Schlupf von Faltern aus der Zucht.

Datum des Schlupfes der Falter	♂♂	♀♀
17. x.	1	
22. x.	1	
25. x.		2
27. x.	1	1
16. XI.		1
17. XI.	1	1
20. XI.		1
3. XI.	1	
4. XII.	1	
5. XII.		1

Sämtliche erhaltenen Falter sind deutlich kleiner als solche aus dem Freiland (siehe Abb. 10—11). Es kommen jedoch auch im Freiland gelegentlich Tiere vor, die den größten unserer gezogenen Exemplare entsprechen. Der kleinste Falter, ein ♀, hat eine Vorderflügellänge (Flügelwurzel–Apex) von 10,5 mm, während Freiland-♀ 14,5 mm oder mehr messen können.

Erläuterungen

Während eines Urlaubs des Erstautors auf Mallorca (18. x.–30. x. 2003) mußten die bis dahin erhaltenen Puppen, von denen auch einige den Falter auf der Mittelmeerinsel entließen (siehe oben), mitgeführt werden.

Zwei Raupen wurden für 2 Wochen bei einer Temperatur von 12–14° C in Deutschland belassen; bei diesen Tieren zeigte sich ein Entwicklungsstillstand, während von zwei Puppen, die während des gleichen Zeitraums außerhalb des Hauses aufbewahrt wurden (Temperaturabsenkung nachts bis auf + 4° C) nur eine schlüpfte, während die andere keinen Falter ergab.

Mit 2 ♂♂ und 2 ♀♀ wurde in einem Flugkäfig mit Hilfe der semiartifiziellen Methode (SCHURIAN 1989a, b, 1990) versucht, eine Kopula zu erzielen. Dazu wurden die ♂♂ mehrere Tage vor den ♀♀ in den Flugkäfig gesetzt, bevor frisch geschlüpfte ♀♀ den ♂♂ präsentiert wurden. Um die Mittagszeit herrschte bei Sonnenschein im Flugkasten eine Temperatur von 24–26° C, die mittels einer Lampe auf 30–32° C erhöht wurde. Es kam jedoch trotz intensiver Versuche während mehrerer Tage zu keiner Kopula.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

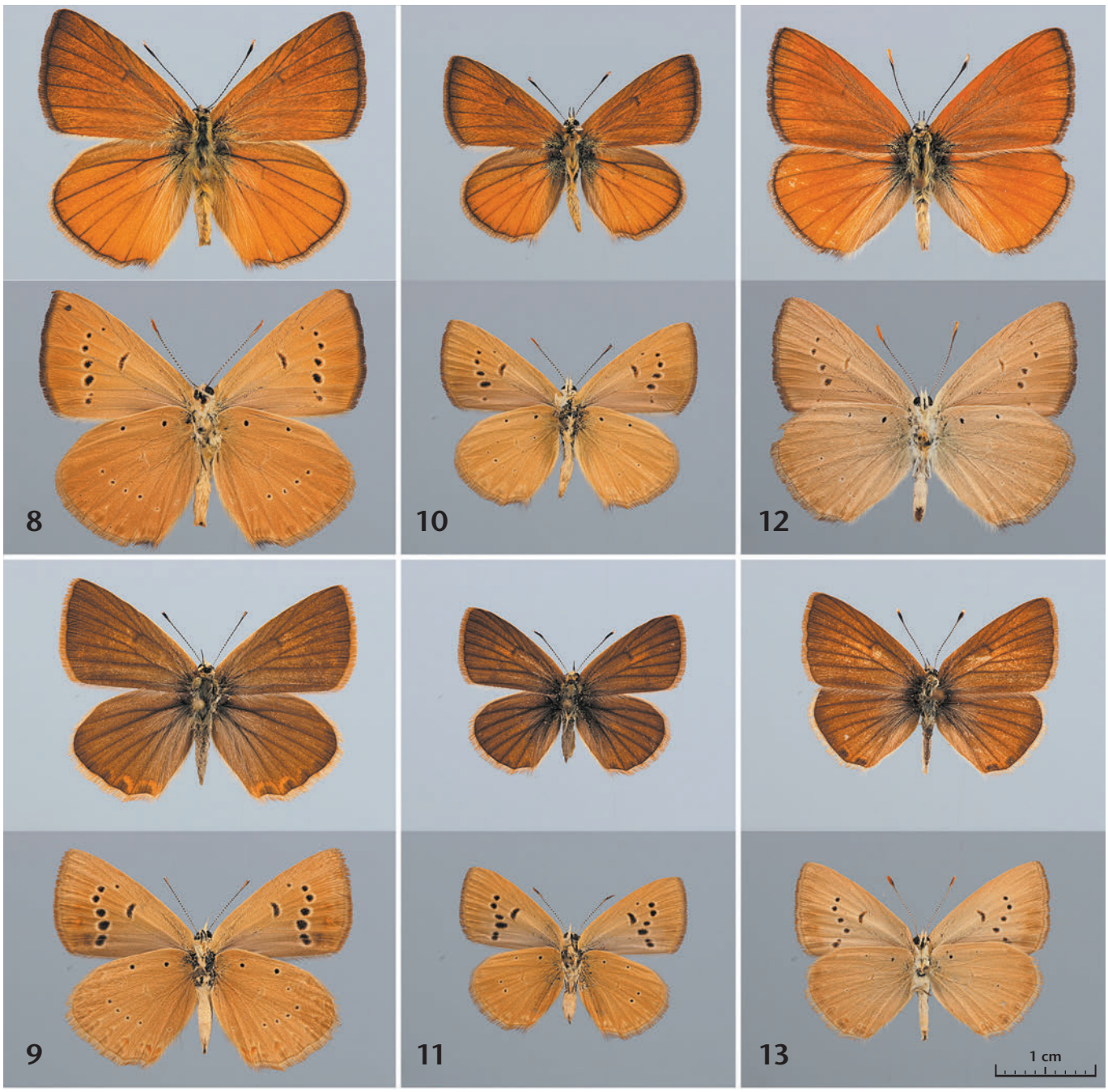


Abb. 1–2: *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei*, Freilandaufnahmen: Iran, Kordestan, Tusuran, 31. VII. 1999, Fotos W. ECKWEILER. **Abb. 1:** ♂. **Abb. 2:** ♀. **Abb. 3–4:** Eier von *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei*. **Abb. 3:** Ei vor dem Schlupf. **Abb. 4:** Eihülle nach dem Schlupf. **Abb. 5:** Raupe und 2 Puppen. **Abb. 6:** Raupe mit Ameise. **Abb. 7:** Puppe mit Ameise. **Abb. 8–13:** *Polyommatus (Agrodiaetus) peilei* (jeweils Ober- und Unterseite). **Abb. 8:** ♂, Iran, Kordestan, Paß E Baneh, 1800–2000m, 12. VII. 2002, leg. SCHURIAN. **Abb. 9:** ♀, Iran, Kordestan, Saqqez–Baneh („Paß E"), 1800 m, 12. VIII. 2003, leg. SCHURIAN. **Abb. 10–11:** Iran, Kordestan, „Paß E", Baneh, 1800–2000 m, e.o. XI. 2003, cult. SCHURIAN. **Abb. 10:** ♂. **Abb. 11:** ♀. **Abb. 12–13:** Iran, Lorestan, Dorud, Saravand, 2000–2300 m, 2.–5. VIII. 1979, leg. ECKWEILER, #035, in Kopula gefangen: Kopula #79/9/23-1. **Abb. 12:** ♂. **Abb. 13:** ♀.

Diskussion

Ein morphologischer Vergleich der Präimaginalstadien und des Zuchtverlaufs von *P. (A.) peilei* mit anderen Arten des Subgenus ist nur sehr eingeschränkt möglich, da nur wenige Vergleichsdaten aus der Literatur zur Verfügung stehen.

Das Ei gleicht weitgehend dem von *Polyommatus (Agrodiaetus) glaucias* (LEDERER, 1871) (SCHURIAN & TEN HAGEN 2000), während die Zapfen bei dem Ei von *P. (A.) damon* ([SCHIFFERMÜLLER], 1775) (SBN 1987: S. 388; zur Autorenschaft vergleiche KUDRNA & BELICEK 2005) kleiner und spitzer, jedoch dichter angeordnet zu sein scheinen.

Die erwachsenen Raupen von *damon* (SBN 1987, WEIDEMANN 1986), *glaucias* (SCHURIAN & TEN HAGEN 2000), *P. (A.) ripartii* (FREYER, 1830) (SCHURIAN 1976) und *P. (A.) damone tanais* DANTCHENKO & PLJUSHTCH, 1993 (DANTCHENKO 1997) sind deutlich stärker gezeichnet und bunter als die fast zeichnungslos grüne Raupe von *peilei*. Wir sind jedoch nicht sicher, welche taxonomische Bedeutung der Zeichnung und Färbung bei den *Agrodiaetus*-Raupen beizumessen ist. Einige im Freiland gefundene Raupen von *glaucias* (Iran, Prov. Mazande-

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

ran, Valiabad) unterschieden sich zum Beispiel, trotz sehr ähnlicher klimatischer Bedingungen, erheblich von den bei Schurian & ten Hagen (2000) abgebildeten Freilandraupen aus einem nur 150 km weiter östlichen gelegenen Biotop.

Auch die Puppe von *peilei* bietet keine taxonomisch verwertbaren morphologischen Unterschiede zu denen anderer *Agrodiaetus*-Arten, allerdings stehen verfeinerte Untersuchungsmethoden (wie etwa REM-Aufnahmen) bisher noch aus.

Die natürliche Raupenfutterpflanze ist bisher unbekannt.

Der beschriebene Zuchtverlauf, ohne winterliche Diapause, entspricht nicht natürlichen Bedingungen. Wie alle anderen in Kleinasien und Westiran verbreiteten *Agrodiaetus* ist auch *peilei* in natura streng monovoltin. Der Erstautor konnte im Zuchtversuch jedoch auch einige weitere *Agrodiaetus*-Taxa neben *peilei* ohne Diapause durchzüchten (Schurian, unveröff.). Es scheint bei *peilei* und anderen monovoltinen *Agrodiaetus* keine echte Diapause, sondern eine über die Tageslänge (und Temperatur?) determinierte Parapause vorzuliegen. Da die Eiraupe bereits 8–10 Tage nach der Eiablage schlüpft und *peilei* andererseits zu den eher spät im Jahr fliegenden Arten gehört, gehen wir von einer Überwinterung als Jungraupe aus. Der größte Teil der Raupenentwicklung dürfte in Mai/Juni an der frisch ausgetriebenen Futterpflanze erfolgen. Eine Entwicklung der Raupen im Winterhalbjahr ist auf Grund der klimatischen Verhältnisse (siehe oben) ausgeschlossen. Die geringe Größe der gezüchteten Falter könnte neben dem Ersatzfutter auch auf die fehlende Parapause zurückzuführen sein.

Die von uns Mitte August 2003 gefangenen ♀♀ von *peilei* haben bereits einige Tage nach dem Fang mit der Eiablage begonnen. Da wir aber im Freiland niemals Eiablageverhalten beobachten konnten, obwohl zum Beispiel schon am 12. vii. 2002 ♀♀ im selben Biotop bei Baneh flogen, gehen wir davon aus, daß *peilei* zu den *Agrodiaetus*-Arten mit auffällig verzögerter Eiablage gehört. Offensichtlich war auch ein von uns eingetragenes ♀ Mitte August noch nicht begattet. Wir konnten neben *peilei* bei einer Anzahl *Agrodiaetus* in mittleren Höhenlagen des nördlichen und zentralen Zagros feststellen, daß beide Geschlechter in den ersten Lebenswochen nach der Nektaraufnahme am Morgen den Rest des Tages passiv im Schatten von Bäumen oder in hoher, meist bachbegleitender Vegetation verbringen. Vermutlich erlaubt das kühlere und feuchtere Mikroklima in Kombination mit einer energiesparenden Verhaltensweise den Imagines ein Überleben bis zum Spätsommer, wenn die sehr hohen sommerlichen Tagestemperaturen mit noch extremeren bodennahen Verhältnissen in den Eiablagebiotopen an den offenen Berghängen wieder zurückgehen. Diese Strategie ermöglicht auch den Eiraupen das Überleben. Sehr ausgeprägt ist dieses Verhalten bei *P. sennanensis:* einige im Juli mitgenommene ♀♀ lebten noch im September. Ähnliche Erfahrungen machten wir auch mit *P. (A.) antidolus aereus* Eckweiler, 1998, *hamadanensis*, *P. (A.) demavendi lorestanus* Eckweiler, 1997 und *cyaneus*. Für die übersommernde Satyrine *Maniola telmessia* (Zeller, 1847) konnten van Oorschoot & van den Brink (1992) im Zuchtversuch nachweisen, daß die Eiablage erst mit Verkürzung der Tageslänge ausgelöst wird (bestätigt durch eigene, unveröffentlichte Feststellungen). Möglicherweise spielt der Rückgang der Tageslänge auch bei der Steuerung der Eiablage der genannten *Agrodiaetus* eine Rolle. Da das beschriebene verzögerte Eiablageverhalten im wesentlichen nur bei *Agrodiaetus*-Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in mittleren Höhenlagen des nördlichen Zagros, jedoch in verschiedenen phylogenetischen Gruppen auftritt, muß es als analoge Anpassung an die extremen Klimabedingungen interpretiert werden.

Auch wenn wir insgesamt den Eindruck haben, daß *peilei* etwas aktiver und hitzeresistenter ist als die Begleitarten, konnte der Drittautor zum Beispiel feststellen, daß eine vorher individuenreiche Population nach Fällen der schattenspendenden Pappelbäume im Folgejahr nahezu fehlte.

P. (A.) peilei besiedelt in Nordwestiran ein sehr ähnliches Verbreitungsgebiet und oft die gleichen Biotope unterhalb der Baumgrenze in der Zone der potentiellen Bergmandel-Pistazien-Baumflur wie die *Agrodiaetus*-Taxa *karindus* und *morgani sanandajensis*. Das Verbreitungsgebiet der oft syntop fliegenden *Agrodiaetus cyaneus* und *sennanensis* aus der *poseidon*-Gruppe (sensu Wiemers 2003) sowie *hamadanensis*, *demavendi lorestanus* und der Nymphalide *Satyrus favonius* (Staudinger, 1897) (Flugzeit etwas früher) reicht zum Teil weiter nach Norden und ins trockenere iranische Hochland hinein. Die drei erstgenannten Taxa *peilei*, *morgani sanandajensis* und *karindus* sind nach Wiemers (2003) genetisch auch nächstverwandte Taxa innerhalb des Subgenus. Morphologisch ist die Verwandtschaft, trotz unterschiedlicher Oberseitenfärbung der ♂♂, an der Flügelunterseite evident; bei weiblichen Faltern der 3 Arten erschwert die große Ähnlichkeit die Determination.

Während des Würmglazials (siehe oben) war es im heutigen Verbreitungsgebiet für diese Arten zu trocken und/oder zu kalt. Wir vermuten, das *peilei* wie seine nächsten Verwandten erst vor 6000–12 000 Jahren das heutige Areal, parallel zur Ausbreitung des Steppenwaldes, wiederbesiedelt hat. Als Refugialraum dürften am ehesten die bei van Zeist & Bottema (1991) vermuteten lokalen Refugien in den tiefen Tälern des Nordostiraks (Habur, Kleiner und Großer Zap, Rawanduz) in Frage kommen. Eine Wiederbesiedlung aus dem levantinischen Refugium ist eher unwahrscheinlich, da nächstverwandte Arten in Südanatolien fehlen. Wiemers (2003) sieht in der südanatolischen *P. (A.) dama dama* (Staudinger, 1892) und *karindus,* trotz größter morphologischer Ähnlichkeit, zwei Arten mit genetisch

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

weiterer Distanz innerhalb der *carmon*-Artengruppe. Dieses Ergebnis impliziert, daß sich alle Arten aus der Verwandtschaft um *P. (A.) antidolus* (Rebel, 1901), einschließlich *peilei* und *karindus,* innerhalb des iranoanatolischen Refugiums aus einem *dama*-ähnlichen Vorgänger (Wiemers 2003) differenziert haben. Die Abtrennung der sympatrischen *peilei* und *karindus* muß (im oberen Pleistozän?) vor der Aufspaltung innerhalb der geographisch expansiven *antidolus*-„Subgruppe" (im engeren Sinne, Falter mit dunkler Oberseite und mehr oder weniger grünblauen Schuppen beim ♀) in die heute beschriebenen allopatrischen(!) Taxa *antidolus*, *kurdistanicus* (Forster, 1961), *femininoides* (Eckweiler, 1987, *morgani* (Le Cerf, 1909), *aereus* und *sanandajensis* erfolgt sein. Letztere Diversifikation ist möglicherweise erst mit der Ausbreitung nach der letzten großen Eiszeit geschehen. Den Status sämtlicher Taxa der *antidolus*-„Subgruppe" halten wir derzeit für noch nicht sicher geklärt: Spezies, Subspezies oder nur Regionalformen mit zum Teil unterschiedlicher Chromosomenzahl?

Die phylogenetisch recht junge Abspaltung von *peilei* mit orangeroten ♂♂ von anderen *Agrodiaetus*-Arten mit blauen oder grünblau beschuppten Flügeloberseiten zeigt, daß dem spektakulären Farbwechsel nur eine geringe genetische und morphologische Veränderung der Schuppen zugrunde liegt. Schon leichte Variationen in der Gitterstruktur der Flügelschuppen bewirken durch eine unterschiedliche Reflexion, Absorption und Streuung des Lichts (siehe unter anderen Biró et al. 2003) eine andere Grundfarbe.

Obwohl wir einige Beobachtungen zur Kenntnis von *peilei* vorstellen konnten, bleiben noch viele Fragen offen. Manche hier geäußerte Spekulation sollte durch weitere biologische Untersuchungen sowohl der Art als auch des ganzen Subgenus abgeklärt und/oder erhärtet werden.

Dank

Dr. K. Dumpert, Oberursel, danken wir für Hinweise zu den angeführten Ameisen.

Literatur

Balint, Z., & Johnson, K. (1997): Reformation of the *Polyommatus* section with a taxonomic and biogeographic overview (Lepidoptera, Lycaenidae, Polyommatini). – Neue Entomologische Nachrichten, Marktleuthen, **40:** 1–68.

Bethune-Baker, G. T. (1921): A new palearctic species of Lycaenidae. – Entomological Record **33:** 63.

Biró, L. P., Balint, Z., Kertész, K., Vértesy, Z., Márk, G. I., Horváth, Z. E., Balázs, D., Méhn, D., Kiricsi, I., Lousse, V., & Vigneron, J.-P. (2003): Role of photonic-chrystal type structures in the thermal regulation of a Lycaenid butterfly sister species pair. – Physical review **E67,** Article 021907: 7 S.

Bolognesi, A. (2000): Rearing the *Agrodiaetus* of Italy (Lycaenidae). – 34 pp, 18 Tafeln, Selbstverlag des Autors.

Carbonell, F. (2003): *Agrodiaetus antidolus pertekensis* n. ssp., de Turquie orientale et *A. morgani sanandajensis* n. ssp., de l'ouest de l'Iran (Lep., Lycaenidae). – Bulletin de la Societé entomologique de France **108** (5): 445–446.

Dantchenko, A. V. (1997): Notes on the biology and distribution of the *damone* and *damocles* species-complexes of the subgenus *Polyommatus (Agrodiaetus)* (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, **Supplementum 16:** 23–42.

de Vries, P. (1990): Enhancement of symbioses between butterflies and ants by vibrational communication. – Science **248:** 1104–1106.

Ebert, G., & Rennwald, E. (Hrsg.) (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band **2:** Tagfalter II. – Stuttgart (Ulmer), 535 S.

Eckweiler, W. (1998): Netzreport: OMC Online Map Creation – der persönliche Landkartenzeichner. – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **18** (4): 411–415.

——, & Häuser, C. L. (1997): An illustrated checklist of *Agrodiaetus* Hübner, 1822, a subgenus of *Polyommatus* Latreille, 1804 (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, **Supplementum 16:** 113–166.

Fiedler, K., Schurian, K. G., & Hahn, M. (1994): The life-history and myrmecophily of *Polyommatus candalus* (Herrich-Schäffer) from Turkey (Lep., Lycaenidae). – Linneana Belgica **14** (6): 315–332.

Hesselbarth, G., van Oorschot, H., & Wagener, S. (1995): Die Tagfalter der Türkei unter Berücksichtigung der angrenzenden Länder. – Bocholt (Selbstverlag S. Wagener), **1–2:** 1354 S., **3:** 843 S.

Koçak, A. Ö., & Kemal, M. (2001): *Polyommatus* Latr. cinsindeki *Agrodiaetus* seksiyonunum biyolojik Çeşitliliği zoocoğrafyasi ve taksnomisi üzerine bir araştirma (Lycaenidae, Lepidoptera). – Miscellanous Papers, Ankara, **78/79:** 1–11.

Kudrna, O., & Belicek, J. (2005): On the "Wiener Verzeichnis", its authorship and the butterflies named therein. – Oedippus, Schweinfurt, **23:** 1–32.

Larsen, T. B. (1974): Butterflies of Lebanon. – Beirut (National Council for Scientific Research), 255 S.

—— (1984): Butterflies of Saudi-Arabia and its neighbours. – London (Stacy International), 160 S.

Malicky, H. (1969): Uebersicht über Präimaginalstadien, Bionomie und Ökologie der mitteleuropäischen Lycaenidae (Lepidoptera). – Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel, N.F. **19** (2/3): 25–91.

Meusemann, K. (2003 [unveröff.]): Karyologische Untersuchungen am Subgenus *Agrodiaetus* der Bläulingsgattung *Polyommatus* (Lycaenidae, Lepidoptera, Insecta). – Diplomarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, I–VII, 1–129 S., 55 Abb., 12 Tabellen.

Peile, H. D. (1922): Butterflies of Mesopotamia, Part II. – Journal of the Bombay Natural History Society **28** (2): 345–369.

SBN (= Schweizerischer Bund für Naturschutz, Hrsg.) (1987): Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten, Gefährdung, Schutz. – Egg (Fotorotar), 516 S.

Schurian, K. G. (1976): Beiträge zur Biologie der Gattung *Agrodiaetus,* 1.: *Agrodiaetus ripartii* Freyer (Lep., Lycaenidae). – Entomologische Zeitschrift **86** (17): 196–200.

—— (1989a): Bemerkungen zu „*Lysandra cormio*n Nabokov 1941" (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **10** (2): 183–192.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

—— (1989b): Revision der *Lysandra*-Gruppe des Genus *Polyommatus* Latr. (Lepidoptera: Lycaenidae). – Neue Entomologische Nachrichten, Keltern, **24:** 7–181, 10 Tabellen, 7 Verbr.-Karten, 5 Farbtaf., 16 SW-Taf. (Dissertation Uni Frankfurt am Main).

—— (1990): Hybridisierungsversuche mit Lycaeniden (Lepidoptera). – Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentags **1989:** 257–264.

—— (1995): Die Biologie von *Polyommatus (Aricia) cramera* (Eschscholtz 1821) von den Kanarischen Inseln (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **16** (1): 63–74.

——, & Fiedler, K. (1991): Einfache Methoden zur Schallwahrnehmung bei Bläulings-Larven (Lepidoptera: Lycaenidae). – Entomologische Zeitschrift **101** (21): 393–398.

——, & ten Hagen, W. (2000): Beitrag zur Biologie von *Polyommatus (Agrodiaetus) glaucias* (Lederer, 1871) (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **21** (1): 19–23.

van Oorschot, H., & van den Brink, H. (1992): Rhopalocera of Turkey. 9. Morphological and biological aspects of *Maniola telmessia* (Lepidoptera: Satyridae). – Entomologische Berichten, Amsterdam, **52** (11): 149–156.

van Zeist, W., & Bottema, S. (1991) Late quaternary vegetation of the Near East. – Beihefte zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients, Reihe A, **18.** – Wiesbaden (Dr. Ludwig Reichert), 156 S.

van Zeist, W., & Wright, H. E. (1963): Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, southwestern Iran. – Science **140:** 65–67.

Weidemann, H. J. (1986): Tagfalter, Entwicklung, Lebensweise Band **1**. – Melsungen (Neumann-Neudamm), 288 S.

Wiemers, M. (2003): Chromosome differentiation and the radiation of the butterfly subgenus *Agrodiaetus* (Lepidoptera: Lycaenidae: Polyommatus) – a molecular phylogenetic approach. – Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 202 S.

Wiltshire, E. R. (1957): The Lepidoptera of Iraq. – London (Nicholas Kay), 162 S.

URLs

http://www.wetteronline.de
http://www.wetter.com
http://www.klimadiagramme.de

Eingang: 8. ix. 2005

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main, Dezember 2005 ISSN 0723-9912

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main